

## Recuperatie van afvalwater

*Het heffingsbeleid op afvalwater leidt al een aantal jaar tot een toenemende vraag naar waterzuivering vanuit de industrie. Zodra een dergelijke installatie operationeel is, volgt meestal nogal vlug de vraag welke bijkomende behandeling van het gezuiverde afvalwater vereist is om het als waterbevoorradingsbron te kunnen gebruiken. Deze vraagstelling treedt bijna altijd op wanneer een hernieuwde vergunning wordt toegekend voor een grondwaterwinning uit de paleozoïsche sokkel. Grosso modo zijn er twee mogelijkheden om afvalwater te recupereren: via een interne afvalwaterstroom (een deelstroom) binnen een productieafdeling of via een end-of-pipe-techniek op de volledige afvalwaterstroom.*

### RECUPERATIE VAN EEN INTERNE AFVALWATERSTROOM

#### ► Inleiding

Het eerste voorbeeld van waterrecuperatie komt uit de sector van de oppervlaktebehandeling van metalen, meer bepaald uit de afdeling waarin de onderdelen nat geschuurd worden. In deze zogeheten schuurlijnzone worden relatief grote hoeveelheden gedemineraliseerd water gebruikt. Door het schuren is het water met verfdeeltjes verontreinigd.

In het verleden werd al het afvalwater van de schuurlijnzone samen met het andere bedrijfsafvalwater in een fysicochemische waterzuivering behandeld. Daarna werd het nagezuiverd in een biologische zuivering waarna het als industrieel afvalwater in het oppervlaktewater werd geloosd. Sinds een aantal jaar wordt het water van de schuurlijnen echter afzonderlijk behandeld via een recuperatie-eenheid, zodat het kan worden gerecycleerd in het productieproces.

#### ► Samenstelling van het afvalwater

Het afvalwater van de schuurlijnen is lichtjes zuur (pH 6,0 à 6,5) en heeft een zeer lage geleidbaarheid (10 à 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Het gehalte aan zwevende stoffen schommelt rond 10 mg/l. Het water vertoont ook een lichtgrijze kleur die veroorzaakt wordt door de aanwezigheid van verfdeeltjes. De gemiddelde deeltjesgrootte is ongeveer 25  $\mu\text{m}$ ; de maximale deeltjesgrootte is 125  $\mu\text{m}$ .

#### ► De behandeling

Het afvalwater van de schuurlijnen wordt geloosd in een buffertank om de schommelingen in het debiet en de samenstelling te egaliseren. De afvoerleiding van de schuurlijnen naar deze buffer bevat een geleidbaarheidselektrode die de geleidbaarheid van het geloosde water continu registreert.

Vanuit de buffertank wordt het water omhoog gepompt en op een continue zandfilter behandeld. De zelfreinigende zandfilter bestaat uit een cilindervormige tank met een conische bodem. Het

water wordt in de filter gebracht via een aantal verdeelarmen op de toevoerleiding en doorstroomt het zandbed van onder naar boven. In de leiding van de buffertank die naar de zandfilter loopt, is een debietmeter gemonteerd die de dosering van het coagulant regelt.

Het bevulde zand wordt met een mammoetpomp naar een zandwasser vervoerd. Daar wordt het zand in tegenstroom gewassen met een beperkte hoeveelheid filtraat. Het gereinigde zand valt uiteindelijk terug op het zandbed en wordt zo continu gerecirculeerd. Het filtratieproces kan dus ononderbroken verdergaan.

Het vervuilde waswater stroomt gravitair weg naar een lamella-separator waar de slibdeeltjes via bezinking worden afgescheiden. Het bezonken slib wordt op regelmatige tijdstippen met een pomp afgevoerd naar de fysicochemische waterzuivering. Het bovenstaande water wordt vanuit de lamella-separator terug naar de buffertank geleid, waardoor het verlies aan water tot een absoluut minimum kan worden beperkt.

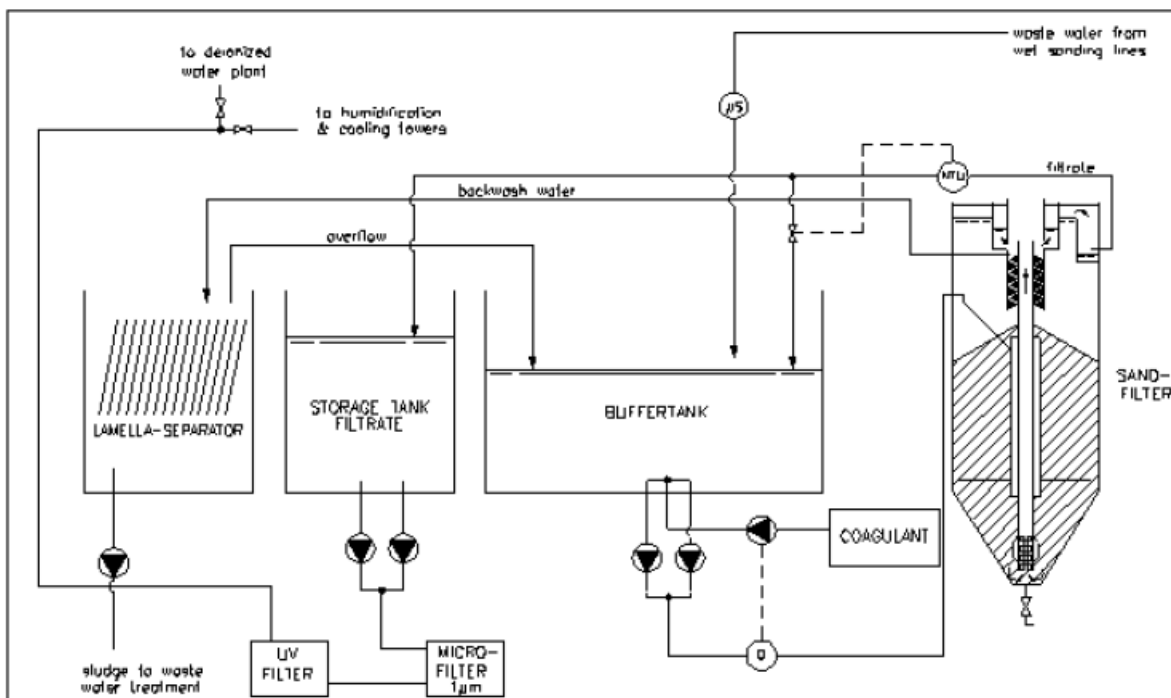
Het effluent stroomt boven aan de filter gravitair weg naar een opslagtank. De kwaliteit van het filtraat wordt continu gecontroleerd met een turbiditeitsmeter. De turbiditeit van het water is gemiddeld 0,2 NTU. Wanneer de ingestelde alarmgrenswaarde (0,7 NTU) wordt overschreden, wordt het effluent gerecirculeerd naar de buffertank waarna het opnieuw over de zandfilter wordt gepompt.

Vanuit de opslagtank wordt het behandelde water vervolgens op een microfilter (1  $\mu\text{m}$ ) en een UV-sterilisator behandeld. De dosering van de UV-filter bedraagt 25  $\text{mJ}/\text{cm}^2$  wat voldoende is voor een nagenoeg volledige desinfectie van het water. Het gedesinfecteerde water wordt als voedingswater gebruikt voor de bevochtiging van de spuitcabines en een aantal koeltorens. De rest wordt gebruikt om gedemineraliseerd water te maken.

De zandfilter heeft een capaciteit van 30  $\text{m}^3/\text{uur}$  en bevat 7,5 ton zand met een korreldiameter van 0,7 mm. De hoogte van het zandbed is ongeveer 1,5 m. Het filtreeroppervlak bedraagt 3  $\text{m}^2$  wat neerkomt op een oppervlaktebelasting van 10  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{uur}$ . Dit is vergelijkbaar met de belasting van een snelle zandfilter. De zandsnelheid bedraagt 2 à 3 mm/minuut en kan worden geregeld door het debiet van de mammoetpomp aan te passen. De hoeveelheid waswater is ingesteld op ongeveer 3  $\text{m}^3/\text{uur}$ .

Een schematische voorstelling van de volledige installatie is weergegeven in de figuur.

**Figuur 1.** Schematische voorstelling van een recuperatie-eenheid uit de sector van oppervlaktebescherming van metalen



## ► Economische balans

De dagelijkse hoeveelheid water die via de beschreven installatie wordt gerecupereerd, bedraagt gemiddeld 600 m<sup>3</sup>/dag of omgerekend 135 000 m<sup>3</sup>/jaar. Aangezien dit water vroeger in de fysicochemische waterzuivering werd behandeld, leidt de recuperatie ervan tot eenzelfde afname van de hoeveelheid geproduceerd afvalwater. Dit weerspiegelt zich natuurlijk in een significante daling van de exploitatiekosten in het zuiveringsstation. Vooral het chemicaliënverbruik (zwavelzuur, ijzertrichloride, natriumhydroxide en polyelektrolyt) en de slibproductie zijn sindsdien sterk afgenomen. De daling van de exploitatiekosten wordt geraamd op 2 700 000 BEF/jaar. Bovendien verminderde de hydraulische belasting van de waterzuivering, waardoor er capaciteit vrijkwam voor toekomstige projecten.

Een tweede belangrijke bron van besparingen is de daling van het verbruik van stadswater. Na de berekening van de diverse kosten kan de waterbesparing worden geraamd op 43 BEF/m<sup>3</sup> of omgerekend op 5 800 000 BEF/jaar. De exploitatiekosten voor de beschreven recuperatie-eenheid zijn hierin verrekend. Deze kost is nogal gering en is vooral te wijten aan de vervanging van de filterkaarsen (1 µm) en de UV-lampen. De andere kosten worden bepaald door de dosering van het coagulant en door het elektriciteitsverbruik.

De totale besparing op jaarbasis bedraagt dus 8 500 000 BEF/jaar. De investering, die ongeveer 15 000 000 BEF bedroeg, werd dus in minder dan twee jaar terugverdiend.

# RECUPERATIE VAN AFVALWATER VIA END-OF-PIPE-ZUIVERING

## ► Inleiding

Een textielbedrijf wil enerzijds overgaan tot de zuivering van het afvalwater, maar anderzijds, wanneer dat economisch realistisch is, een verregaande zuivering toepassen, zodat het afvalwater in hoge mate (tot 80% van het debiet) kan worden gerecupereerd. De waterbevoorrading van het bedrijf verloopt momenteel hoofdzakelijk via diep sokkelwater. Dit sokkelwater vergt geen bijkomende behandeling voor het in het productieproces kan worden gebruikt.

## ► Samenstelling van het afvalwater

Het totale debiet van de installatie bedraagt 1 200 m<sup>3</sup>/d en dit gedurende zeven dagen per week. De typische afvalwaterkarakteristieken zijn verder: CZV 4 500 mg O<sub>2</sub>/l, BZV 1 500 mg O<sub>2</sub>/l, zwevende stoffen 65 mg/l, totaal stikstof 70 mg N/l en totaal fosfaat 10 mg P/l. Verder bevat het afvalwater in de grootteorde van 0,25 mg/l tot 0,75 mg/l de metalen zink en chroom.

## ► Beschrijving van de behandeling

De biologische zuivering van het afvalwater vergt de volgende installatieonderdelen:

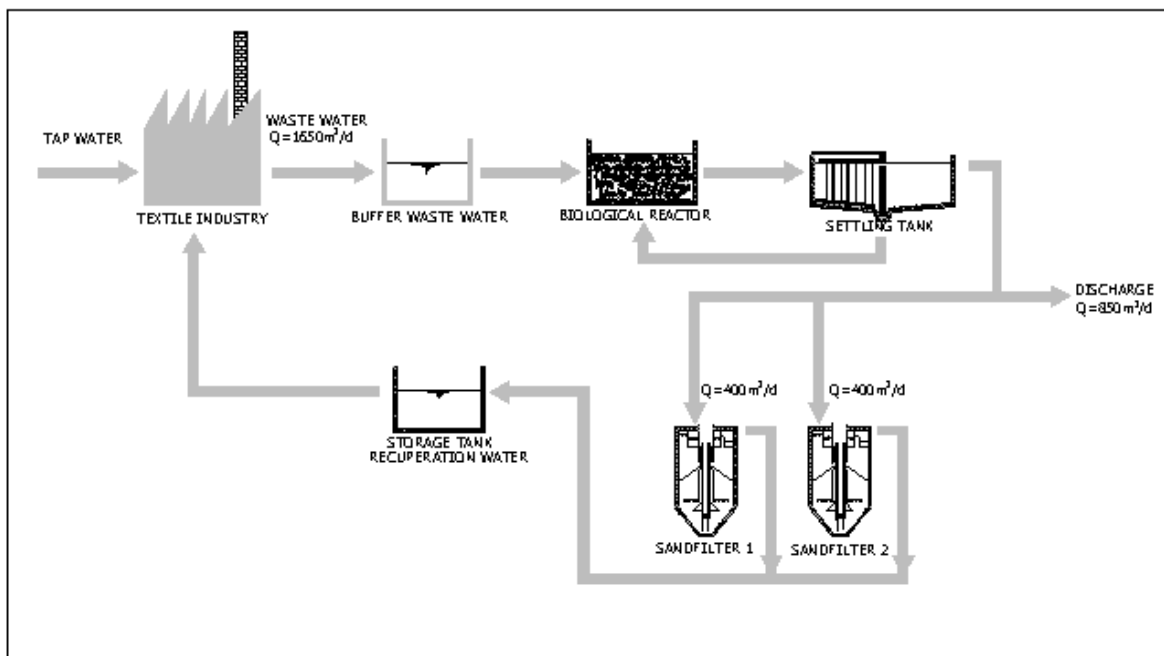
- een toevoerpompput;
- zeebochten voor de eliminatie van vezels;
- een afgedekt bufferbekken met inbegrip van een biofiltratie van de lucht;
- een denitrificatiezone voor de verwijdering van de overtollige stikstof;
- een beluchtingsbekken;
- een nabezinker;
- polishing via zandfilters;
- een slibopslagbekken.

De verdere behandeling van het biologisch gezuiverde afvalwater tot recuperatiewater is ingedeeld in twee fases. In een eerste fase is in de nabehandeling voorzien van 50% van het totale debiet. Deze nabehandeling omvat als belangrijkste onderdelen een dosering van de chemicaliën op de zandfilters, een microfiltratie-eenheid, een desinfectie-eenheid en actiefkoolfilters. Het verkregen recuperatiewater wordt ingezet voor een aantal verbruikers waarbij de kwaliteit van het water minder kritisch is. Het betreft vooral spoel- en reinigingswater.

In een tweede fase wordt de te recupereren fractie verhoogd tot 80% hergebruik. Dat vergt een uitbreiding van de voorafgaande recuperatiefase en ook een toevoeging van een ultrafiltratie en inverse osmose-eenheid. Het geproduceerde water kan hierbij ook worden ingezet voor de aanmaak van stoom, de aanmaak van verfbaden enzovoort, en voor verbruikers die een goede waterkwaliteit vergen. De verversing van het watercircuit wordt enerzijds gewaarborgd via een blijvend verbruik van vers water (20% van het debiet), maar anderzijds wordt een te hoge concentratie ook vermeden via de toepassing van de membraanfiltratie-eenheid (inverse osmose).

Een schematische voorstelling van de complete installatie is weergegeven in de onderstaande figuur.

**Figuur 2.** Schematische voorstelling van een recuperatie-eenheid uit de textielsector



### ► Normering

Wat kritisch nader te evalueren in het hele scenario, is in ieder geval de lozing van de restfractie. Vooral de niet-afbreekbare CZV-fractie en de zouten vormen hier een probleem. De toepassing van membraanfiltratietechnieken resulteert immers in een te hoge concentratie in de geloosde afvalwaterfractie. Dat kan ongetwijfeld leiden tot een overschrijding van de CZV-norm terwijl de vuilvracht gelijk gebleven is of zelfs verminderd is. Los van de eventuele haalbaarheid van een dergelijk recuperatieproject moet er in ieder geval worden onderzocht of de opgelegde normen nog kunnen worden gehaald. Concreet betekent dit dat, wanneer de overheid de bedrijven wil stimuleren om te recupereren, er een aanpassing noodzakelijk is van de normering, waarbij de vuilvrachten begrensd worden in plaats van de concentraties.

### ► Economische balans

Concrete cijfergegevens over de hierboven vermelde fasering zijn in onderstaande tabel samengevat.

Hierbij is:

- scenario 0 de huidige situatie (lozing zonder zuivering van het afvalwater);
- scenario 1 de biologische zuivering van het afvalwater;
- scenario 2 de recuperatie van 50% van het debiet;
- scenario 3 de recuperatie van 80% van het debiet.

Verder vermeldt de tabel de respectievelijke investeringsbedragen volgens het geldende scenario. Wat de te verwachten exploitatiekosten betreft, is er een driedig onderscheid gemaakt:

- exploitatiekosten: deze omvatten het elektrische verbruik, het verbruik van chemicaliën, de afvoer van afvalstoffen, het onderhoud van de installatie, de opvolgingskosten in de vorm van manuren en de uit te voeren controleanalyses, het onderhoud en de huur van eventuele installatieonderdelen;
- restvervuiling: de te verwachten heffingsbijdrage voor de lozing van het gezuiverde afvalwater;
- waterbevoorrading: hier zijn er drie alternatieve bronnen naast elkaar geplaatst, namelijk grondwater, industriewater (water geleverd door intercommunales, dat geen drinkwater is; dat is bijvoorbeeld het geval in Oudenaarde) en leidingwater van het openbaar net. Het besproken bedrijf valt onder de eerste situatie. De vermelde kostprijs van het water omvat behalve eventuele heffingskosten ook de pompkosten, de opslagkosten en de eventuele behandelingskosten.

Deze diverse kosten worden onder «totale exploitatiekost» opgesomd, maar wel volgens de aard van de bevoorradingsbron (hetzij grondwater, industriewater of leidingwater).

*Economische gegevens bij de biologische zuivering en/of recuperatie van afvalwater*

<b>Scenario</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>Investering</i>	0	54 625 000	63 825 000	80 500 000
<i>Exploitatiekost</i>	0	8 964 000	17 739 000	22 912 200
<i>Restvervuiling</i>	20 952 000	1 836 000	1 188 000	1 188 000
<i>Waterbevoorrading</i>				
Grondwater (5 BEF/m <sup>3</sup> )	2 079 000	2 079 000	1 039 500	415 800
Industriewater (12 BEF/m <sup>3</sup> )	4 989 600	4 989 600	2 494 800	997 920
Leidingwater (45 BEF/m <sup>3</sup> )	18 711 000	18 711 000	9 355 500	3 742 200
<i>Totale exploitatie kost</i>				
Grondwater (5 BEF/m <sup>3</sup> )	23 031 000	12 879 000	19 966 500	24 516 000
Industriewater (12 BEF/m <sup>3</sup> )	25 941 600	15 789 600	21 421 800	25 098 120
Leidingwater (45 BEF/m <sup>3</sup> )	39 663 000	29 511 000	28 282 500	27 842 400
<i>Terugverdiëntijd</i>				
Grondwater (5 BEF/m <sup>3</sup> )	–	5,4	20,8	–
Industriewater (12 BEF/m <sup>3</sup> )	–	5,4	14,1	95,4
Leidingwater (45 BEF/m <sup>3</sup> )	–	5,4	5,6	6,8
Scenario 0: huidige situatie (lozing zonder zuivering van het afvalwater). Scenario 1: biologische zuivering van het afvalwater. Scenario 2: recuperatie van 50% van het debiet. Scenario 3: recuperatie van 80% van het debiet.				

De haalbaarheid van het project volgt uit het onderste deel van de tabel. Hier wordt, per scenario en per waterbevoorradsingsbron, de terugverdiëntijd van de respectievelijke investeringen berekend. Die volgt uit de verhouding tussen de investeringskost ten opzichte van de winst in exploitatie. Deze winst in exploitatie is het verschil tussen de totale exploitatiekost onder scenario 0 (= de bestaande situatie) verminderd met het exploitatietotaal van een ander scenario.

In het specifieke geval van het bestudeerde bedrijf betekent dit dat de bouw van een biologische zuivering kan worden terugverdiend binnen een periode van 5,4 jaar. Concreet bedraagt het huidige kostentotaal 23 miljoen BEF ten opzichte van 12,9 miljoen BEF na de

investering in een biologische zuivering, of een mindere uitgave van 10,2 miljoen BEF. Ten opzichte van het investeringsbedrag van 54,6 miljoen BEF levert dit een terugverdientijd op van 5,4 jaar. Voorziet het bedrijf in 50% recuperatie van het gezuiverde water, dan loopt deze terugverdientijd op tot 20,8 jaar. Bij 80% recuperatie is de totale exploitatiekosten hoger dan de huidige kosten en is er dus geen terugverdientijd.

Indien het bedrijf zou kunnen beschikken over industriewater, worden de tijden iets korter wegens de iets duurdere kosten van het water. Slechts wanneer men leidingwater gebruikt, worden relatief realistische terugverdientijden (5,6 en 6,8 jaar) verkregen (hoewel deze naar industriestandaarden zelfs nog behoorlijk lang zijn). Dit is het gevolg van de veel hogere kosten voor leidingwater ten opzichte van sokkelwater. Slechts weinig bedrijven verkeren echter in deze situatie en in dat geval is er meestal geen beperkende factor wat de waterinname betreft. De hoge kosten van het water leidt bovendien automatisch tot een streng waterbeleid binnen het bedrijf.

De soms dwingende eis tot verdere recuperatie van gezuiverd afvalwater betekent voor bedrijven die diep sokkelwater gebruiken ongetwijfeld een drastische verhoging van de productiekosten. De schaalgrootte van de bestudeerde installatie laat bovendien vermoeden dat bij een beperkter waterverbruik de meerkosten nog zwaarder zal doorwegen.

## **BESLUIT**

Van de noodzaak om het waterverbruik te verminderen zal wel iedereen overtuigd zijn. Via de vermelde voorbeelden is het duidelijk dat dat in bepaalde gevallen ook financieel erg interessant kan zijn. Vooral wanneer het productiewater uit gedemineraliseerd water of leidingwater bestaat, zijn afschrijvingsperiodes van twee tot vijf jaar realiseerbaar. Er wordt algemeen verwacht dat de terugverdientijd de komende jaren nog zal verbeteren. Er mag immers worden aangenomen dat zowel de zuiveringskosten als de kosten voor de aankoop van leidingwater verder zullen stijgen. Indien het bedrijf echter gebruikmaakt van grondwater of industriewater is een recuperatietechniek uit financieel oogpunt niet interessant. Het is duidelijk dat hier een stimulans noodzakelijk is (subsidies voor hergebruik of hogere heffingen op grondwater) om een gunstige kosten-batenverhouding te verkrijgen.